

中高接続を意識したプログラミング教育の検討

A study of programming education considering junior high and high school connection

山 際 基* 青 柳 敬 大**
YAMAGIWA Motoi AOYAGI Takahiro

要約：高等学校教科情報や中学校技術・家庭科（技術分野）の「情報とコンピュータ」として教育が始まってから15年以上が経過した。平成30年度に高等学校情報科の学習指導要領が改定され、令和4年度より「情報Ⅰ」および「情報Ⅱ」に再編される。一方、中学校の技術・家庭科の技術分野においては、「情報の技術」として教育内容の拡充が成されている。一方、現代の日本社会において新たな日常を実現するためにデジタル化を原動力とした「Society5.0」を進めるべく、ICT人材の育成や若い世代のICTリテラシーの向上が必要不可欠とされている。中学、高校共にプログラミング教育を実施する時間が設定されるものの、各教科の教育目的が異なるだけでなく、教科間における接続が必ずしも円滑であるとは言えない。このような現状の中、中学校で得られるプログラミング教育の知識を生かして、教育内容がさらに高度化する高校教科情報に対して円滑に取り組むことができるよう、技術・家庭科技術分野における「情報の技術」のプログラミング教育の教育内容を検討し、どのように実践するかを考える。

キーワード：プログラミング教育 技術教育 情報教育

I はじめに

現在、グローバル化や情報化に伴って技術の進展速度が飛躍的に上昇している。特にICTに関係する技術は、開発する速度だけでなく一般に普及する速度も上昇している。米国を一例として取り上げると、人口の50%にまで浸透するまでの所要年数は、自動車、航空機、電話、電力といった技術が50年以上かかっていたことに対して、ビデオ、ラジオ、テレビは30～40年程度となっている。一方、ICT関連においてはパソコンが25～30年程度、インターネット利用は20年を下回る程度、携帯電話は10年程度となっており、他の技術と比べて非常に普及速度が速いことがわかっている¹⁾。このような世界の流れの中、内閣府はサイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより、経済発展と社会的課題の解決を両立する、人間中心の社会として、そして第5期科学技術基本計画において日本が目指すべき未来社会の姿としてSociety5.0を提唱した²⁾。

社会の様々な事柄が急速に変化する時代において、平成29年には中学校技術家庭科の学習指導要領が改定され、平成30年には高等学校情報科の学習指導要領が改定された。新しい時代を生きる生徒に対してその変化に対応できるようにするための1つとしてプログラミング教育が導入され、小学校から高等学校までプログラミングを行うための考え方やプログラミングそのものの学習が取り入れられている。中でも、中学校技術家庭科の技術分野においては、情報の技術の分野において

* 科学教育講座

** 山梨大学教育学部附属中学校

プログラミングについての学習があり、高等学校情報科の学習につながっていくことになる。しかし、中学校および高等学校における学習目的の異なりや学習するための環境（プログラミング環境）の異なりから、今後、中学校で得られるプログラミング教育の知識を生かして、教育内容がさらに高度化する高校教科情報科に対して円滑に取り組むことができない可能性がある。また、Society5.0においても、プログラミング能力や問題解決能力の育成においても、情報（データ）の取り扱いはその源流ともいえることだが、現状では問題解決能力や情報活用力といった大域的なことが重視される傾向にある。本論文では、各学校の学習環境や学習内容を鑑みて、プログラミングにおける変数（データ）の取り扱いに着目し、中学校における学習において、プログラミングにおける変数の取り扱い法を学ぶことで、高等学校情報科での学習へ円滑に進むことができるようになることを検討する。

II 現代社会の変革

日本および世界を取り巻く環境は大きな変革期にあるといえる。経済発展が進む中、人間の生活は豊かになるとともに、エネルギーや食料の需要が増加し、寿命の延伸に伴う高齢化が進んでいる。また、国際的な競争も激化し、富の集中や地域間の不平等といった問題も発生している。解決すべき社会的課題は複雑化してきており、様々な対策が必要だが、現在の社会システムでは経済発展と社会的課題の解決を両立することは困難な状況になってきている。世界が大きく変化する一方で、IoT、ロボット、AI（人工知能）、ビッグデータといった社会の在り方に影響を及ぼす新技術の進展が進んでおり、日本は課題先進国として、先端技術をあらゆる産業や社会生活に取り入れ、経済発展と社会的課題の解決を両立していく新たな社会である Society 5.0の実現を目指している。

Society5.0はサイバー空間（仮想空間）とフィジカル空間（現実空間）を高度に融合させたシステムにより実現する。従来の情報社会（Society 4.0）では、人がサイバー空間に存在するクラウドサービスにインターネットを経由してアクセスすることで情報やデータを入手し、分析を行ったが、Society5.0ではフィジカル空間のセンサーからの膨大な情報がサイバー空間に集積され、サイバー空間では、このビッグデータをAIが解析し、その結果がフィジカル空間の人間に様々な形でフィードバックされる。旧来の情報社会では、人間が情報を解析することで価値が生まれてきたが、Society5.0では膨大なビッグデータを人間の能力を超えたAIが解析し、その結果がロボットなどを通して人間にフィードバックされる。すなわち、センサーが環境における情報をデータ化し、ネットワークを介して集積され、それをAIが解析して人間に新たな情報（データ）として提供する。人間や機器、社会の活動や様子を測定したデータが一連の流れの起点となることから人間社会を中心としたデータ駆動型社会と言える。

学校教育においては、新たな社会形成を担う新技術（IoT、ロボット、AI、ビッグデータ）だけでなく、新技術の基盤となる技術についての学習を高等学校卒業までに実施することとなる。この学習が無い場合、Society5.0の根幹がブラックボックス化し、生徒の情報活用能力の育成につながるものがなくなるだけでなく、生徒が新しい社会において生きる力を失うことにつながる。

III 各学校での情報教育の現状

各学校の情報技術に関係する教科における学習指導要領には新技術に関する学習内容が盛り込まれ、プログラミング教育も導入されている。高等学校においては、令和4年度からはPythonやJavaScriptといったプログラム言語（テキストプログラミング環境）の利用による学習が行われるが、

中学校においては、計測するセンサーやネットワークにおける情報のやり取りといった挙動（アクティビティ）に目が向けられた学習が多く、プログラミング教育に使用される環境もScratchなどのブロック型環境を利用することが多い。そして、プログラム中に記憶されるデータや送受信されるデータの取り扱いまで学習することは少なく、ブロック内の一要素（属性）として扱われる傾向にある。中学校技術家庭科技術分野および高等学校情報科の学習指導要領をもとに、円滑なる中高接続を実現するための学習要素を検討する。

1 中学校技術家庭科技術分野における情報教育の内容

中学校技術家庭科の技術分野では、現代社会で活用されている多様な技術を「A. 材料と加工の技術」、「B. 生物育成の技術」、「C. エネルギー変換の技術」、「D. 情報の技術」の四つに整理し、全ての生徒に履修させる。情報の技術においては、小学校において獲得した能力をもとに、生活や社会の中から問題を見いだして課題を設定し、プログラミング的思考等を発揮して解決策を設計および計画し、課題解決までの流れを図などに表す等の試行を行うことで解決策を具体化する能力の育成や、プログラムの構造を支える要素等の理解を目指すこととされている。従来の学習指導要領ではソフトウェアを用いて学習することの多かった「デジタル作品の設計と制作」に関する内容は、プログラミングを通して学ぶこととしている。また、制作するコンテンツのプログラムに対して「ネットワークを利用した双方向性のあるものとされている。さらに、「プログラムによる計測・制御」に関する内容についても、計測・制御システムを構想や情報処理の手順の具体化、制作の過程や結果の評価、改善および修正することを求めている。表1において中学校技術家庭科の技術分野「D. 情報の技術」の拡充された内容³⁾について示す。

表1：中学校技術家庭科（技術分野）における情報教育関係事項の新旧対比

新（平成29年告示） D. 情報の技術	旧（平成20年告示） D. 情報に関する技術
(1) 生活や社会を支える情報の技術 ア 情報の表現の特性等の原理・法則と基礎的な技術の仕組み イ 技術に込められた問題解決の工夫	(1) 情報通信ネットワークと情報モラル ア コンピュータの構成と基本的な情報処理の仕組み イ 情報通信ネットワークにおける基本的な情報利用の仕組み ウ 著作権や発信した情報に対する責任と、情報モラル エ 情報に関する技術の適切な評価・活用
(2) ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによる問題の解決 ア 情報通信ネットワークの構成、安全に情報を利用するための仕組み、安全・適切な制作、動作の確認、デバッグ等 イ 問題の発見と課題の設定、メディアを複合する方法などの構想と情報処理の手順の具体化、制作の過程や結果の評価、改善及び修正	(2) デジタル作品の設計・制作 ア メディアの特徴と利用方法、制作品の設計 イ 多様なメディアの複合による表現や発信
(3) 計測・制御のプログラミングによる問題の解決 ア 計測・制御システムの仕組み、安全・適切な制作、動作の確認、デバッグ等 イ 問題の発見と課題の設定、計測・制御システムの構想と情報処理の手順の具体化、制作の過程や結果の評価、改善及び修正	(3) プログラムによる計測・制御 ア コンピュータを利用した計測・制御の基本的な仕組み イ 情報処理の手順と、簡単なプログラムの作成
(4) 社会の発展と情報の技術 ア 生活や社会、環境との関わりを踏まえた技術の概念 イ 技術の評価、選択と管理・運用、改良と応用	

2 高等学校情報科における教育の内容

高等学校の共通教科情報科においては、「情報の科学的な理解」に裏打ちされた情報活用能力を育成するとともに、情報と情報技術を問題の発見と解決に活用するための科学的な考え方等を育むことが求められている。旧要領で定められた「社会と情報」「情報の科学」の2科目からの選択必修を改め、問題の発見と解決に向けて、事象を情報とその結び付きの視点から捉え、情報技術を適切かつ効果的に活用する力を全ての生徒に育成するために、共通必修科目としての「情報Ⅰ」を設けている。「情報Ⅰ」において学習した基礎の上に、問題の発見と解決に向けて、情報システムや多様なデータを適切かつ効果的に活用する力やコンテンツを創造する力を育成する選択科目として「情報Ⅱ」を設置している。「情報Ⅰ」および「情報Ⅱ」は令和4年度入学生から実施される。

コンピュータについての本質的な理解に資する学習活動としてのプログラミングや、より科学的な理解に基づく情報セキュリティに関する学習活動を充実させており、統計的な手法の活用も含め、情報技術を用いた問題発見と解決の手法や過程に関する学習を充実させている。「情報Ⅰ」に関しては、全ての生徒が学ぶという共通性、情報技術を活用しながら問題の発見・解決に向けて探究するという学習過程を重視している。令和4年度発行の「情報Ⅰ」の各社教科書の内容においては、プログラミングを意識した内容となっており、使用されるプログラム言語もPython, JavaScript, ExcelVBA, Scratch等多彩である^{4,5,6,7,8,9)}。

図1において高等学校共通教科情報科の変更された内容¹⁰⁾について示す。旧要領で定められた「社会と情報」「情報の科学」は、2科目からの選択必修であったが、新要領で設置された「情報Ⅰ」は、旧要領の2科目の内容を統合する形となっており、「コンピュータとプログラミング」という項目でプログラミングやシミュレーションによって問題を発見・解決する活動が明示されている¹⁰⁾。この活動を通して、さらに次の事項を身に付けることができるよう指導することが求められる。

(ア) 身に付けるべき知識及び技能

- コンピュータや外部装置の仕組みや特徴、コンピュータでの情報の内部表現と計算に関する限界について理解すること。
- アルゴリズムを表現する手段、プログラミングによってコンピュータや情報通信ネットワークを活用する方法について理解し技能を身に付けること。
- 社会や自然などにおける事象をモデル化する方法、シミュレーションを通してモデルを評価し改善する方法について理解すること。

(イ) 身に付けるべき思考力、判断力、表現力など

- コンピュータで扱われる情報の特徴とコンピュータの能力との関係について考察すること。
- 目的に応じたアルゴリズムを考え適切な方法で表現し、プログラミングによりコンピュータや情報通信ネットワークを活用するとともに、その過程を評価し改善すること。
- 目的に応じたモデル化やシミュレーションを適切に行うとともに、その結果を踏まえて問題の適切な解決方法を考えること。

中学校技術家庭科の技術分野における情報の技術の内容よりもコンピュータ内部でのプログラムやデータの扱い方、値の範囲や精度についての理解が必要となる。目的に応じたアルゴリズムのプログラムへの実装やシミュレーションをプログラムとして実装する際には、データ(変数)の取り扱いが必須となる。また、中学校技術家庭科の技術分野においては、プログラムの挙動が理解しやすいようにブロック型プログラミングツールの利用が主であったが、高等学校情報科ではコンピュータ内部での処理を詳細に設定できるように汎用のプログラム言語(テキスト型プログラミング)の利用が必要となる。

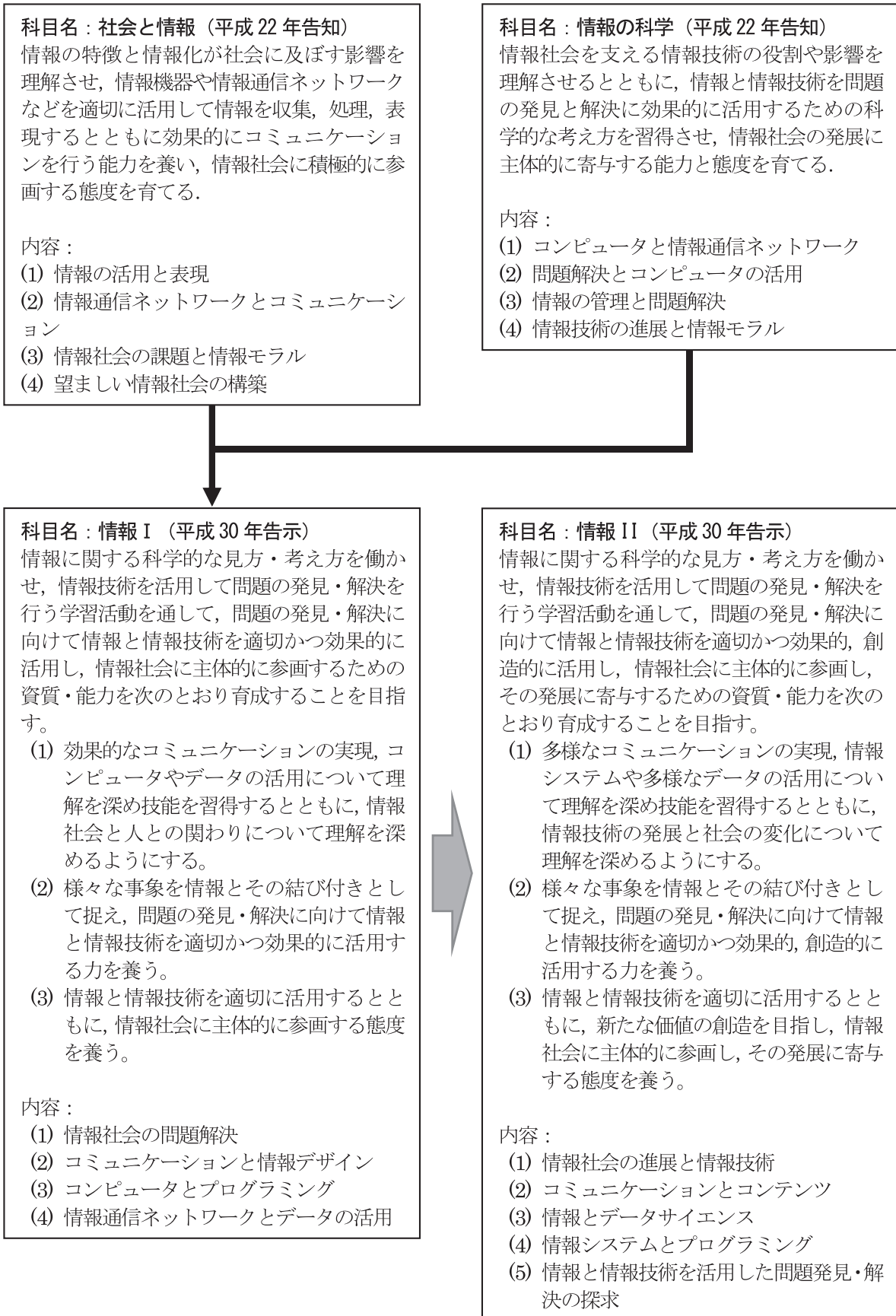


図 1：高等学校共通教科情報科における教育内容の新旧対比

Ⅳ 中高接続を円滑にするプログラミング教育の内容の検討

中高接続を円滑にするためには中学校と高等学校で変化する事項を少しでも数を減らす、変化量を削減する必要がある。一度に変化する事項が多くなると接続性が悪化し、中学校で修得したことを高等学校で活かせなくなる。情報教育において、中高接続が難しいと捉えられる要因は、高等学校へ進んだ際、さほど大きくはない阻害要因が複数同時に発生することによる。中学校において、阻害要因を解消する教育を実施していれば中高接続が円滑になることが考えられる。

1 中高接続を阻害する要因

(1) プログラミング環境の異なり

小中接続においては、小学校中学校共にプログラミング環境としてブロック型プログラミングツールを用いており、特にScratch¹¹⁾が利用されることが多い。小学校と中学校で同じプログラミング環境を利用する場合には、基本的な利用方法など共通する事項が多くあり、円滑な小中接続を実現しやすいと言える。しかしながら、高等学校におけるプログラミング環境においてはPythonやJavaScriptといった汎用的なプログラム言語の利用によりプログラミング環境が全く異なることになる。ExcelVBAの利用においては、Excelの基本的な利用方法や操作環境は同じだが、VBAを利用する際には、中学校までに使用したことがない機能を利用することとなるため接続性は悪化することとなる。令和4年度発行の高等学校情報科「情報Ⅰ」の教科書において、Scratchをプログラミング環境に採用した教科書はわずか1冊（実教出版、情Ⅰ 706図説情報）にとどまり、その他の教科書においてはPython, JavaScript, ExcelVBAを採用している。このことから、プログラミング環境が異なり、中学校までの操作経験を活かせなくなることが中高接続を阻害する一要因に成りうることが考えられる。

(2) プログラミングにおけるGUIとCUIの異なり

Scratchに代表されるブロック型プログラミングツールにおいては、処理（命令）を意味するブロックを接続してプログラムを制作していくことに対し、汎用的なプログラム言語は命令語の記述によりプログラムを制作する。この違いについては大きな阻害要因とはならないものの、ブロックに対応する命令語句や記述手法を提示する必要があるため、小さな阻害要因と成りうる。ただし、学習を進めれば良く視覚的にも違いが分かりやすく理解は進みやすいと言える。

視覚的には理解しやすくとも、命令語句に複雑さが増して理解を阻害する要因はGUIの利用にある。小学校でのプログラミング教育では、Scratchを利用した三角形の描画が例示されるが、グラフィカルに表現させる領域やキャラクター（ネコ）の制御（移動など）において、Scratchでは起動時に当たり前のように提示される機能があるが、汎用的なプログラミング言語においては、複雑なクラスの記述や外部ライブラリの追加インストールが必要となり、機能の実現は困難になる。さらに、グラフィカルに表現させる領域やキャラクター（ネコ）に関連する情報（属性）についての取り扱いも必要となり、Scratchではウィンドウ内の入力項目に視覚的に設定すれば良かったことが、汎用的なプログラミングではクラス内のメソッドを記述して設定する必要があるため、クラス名やメソッド名を逐一提示していたのでは、プログラム言語そのものの解説となってしまう、情報科の本来の目的を達成しにくくなる。情報科では視覚的な処理よりもコンピュータ内部の処理に重点を置いているため、これも大きな阻害要因とはならないものの、小さな阻害要因の積み重なりによって、大きな阻害要因に成りうる。

(3) プログラム中のデータの取り扱い

小学校や中学校でのプログラミング教育では、処理の流れや状況の変化の取り扱いに重点が置か

れることが多く、アクティビティ図による記述などが利用されることが多い。一方、コンピュータ内やプログラム中において、データ（情報）がどのように取り扱われているかに着目されることは少ない。高等学校情報科においては、教育内容において、プログラム中の変数（データ）の取り扱いやデータの変化の流れを取り扱うこととなる。アルゴリズムやシミュレーションをプログラムへ実装する際には、データフロー図の利用など、入力と出力がどのような情報なのかを示し、データがどこから来てどこに行くのか、どこに格納されるのかを把握する必要がある。

2 中高接続を円滑にするプログラミング教育の検討

高等学校へ進んだ際、さほど大きくはない阻害要因が複数同時に発生して大きな阻害要因と成らないように、中学校技術家庭科（技術分野）での教育において、プログラミング環境の異なりの提示とプログラム中の変数（データ）の取り扱いについての学習を行えるよう、教育内容の検討を進める。

(1) プログラミング環境の異なりの提示

中学校技術家庭科（技術分野）において、それまで利用してきたプログラミング環境だけでなく、他にもプログラミング環境が数多くあることを説明し、高等学校情報科において利用することを想定したプログラミング環境を提示すると良いと考えられる。

ここで、中学校で利用する環境を Scratch、高等学校で利用する環境を Python と想定して検討を進める。まず、Python において、キャラクターの動作やペンによる描画といったグラフィカルな機能の利用は、高等学校での教育では利用しないことから、Scratch での機能も利用しないこととする。Scratch でのブロックの操作を行う（プログラミング）ごとに、対応する Python のコードが表示されることによって、プログラミング環境の違いへの理解が進むことから、ブラウザ上で利用可能な x-editor¹²⁾ を利用する。図 2 は x-editor の利用例であり、左側の Scratch とほぼ同等の機能有するブロックを配置するたびに、右側には対応する Python のコードが翻訳表示される。ただし、Python のコードを実行することができないため、x-editor で表示される Python のコードを別の環境に複製して実行させる必要がある。そこで、OneCompiler¹³⁾ を利用する。OneCompiler は、Python だけでなく JavaScript, C, Java などのプログラム言語や HTML などの Web 言語、MySQL などのデータベース言語などの様々な言語に対応した、初心者向けかつブラウザ上で稼働する開発環境である。図 3 は OneCompiler の利用例であり、図 2 において生成された Python のコードを Oncomiler に複製し、プログラムを実行した例である。

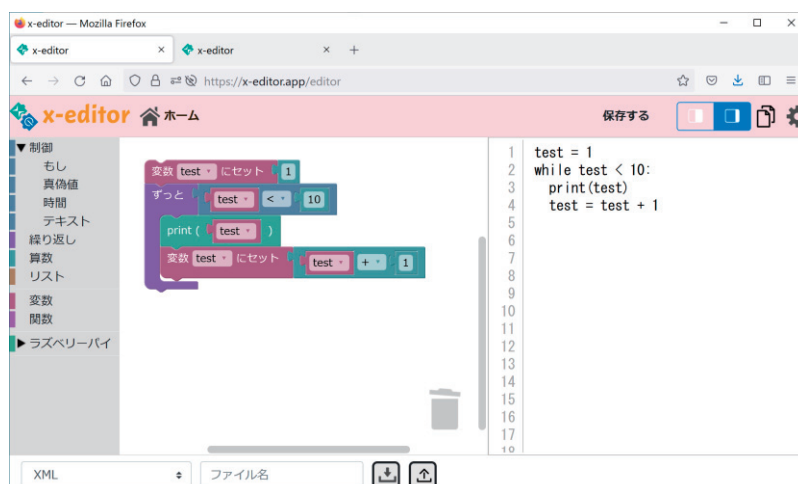


図 2 : x-editor による Scratch から Python へのコード変換の様子

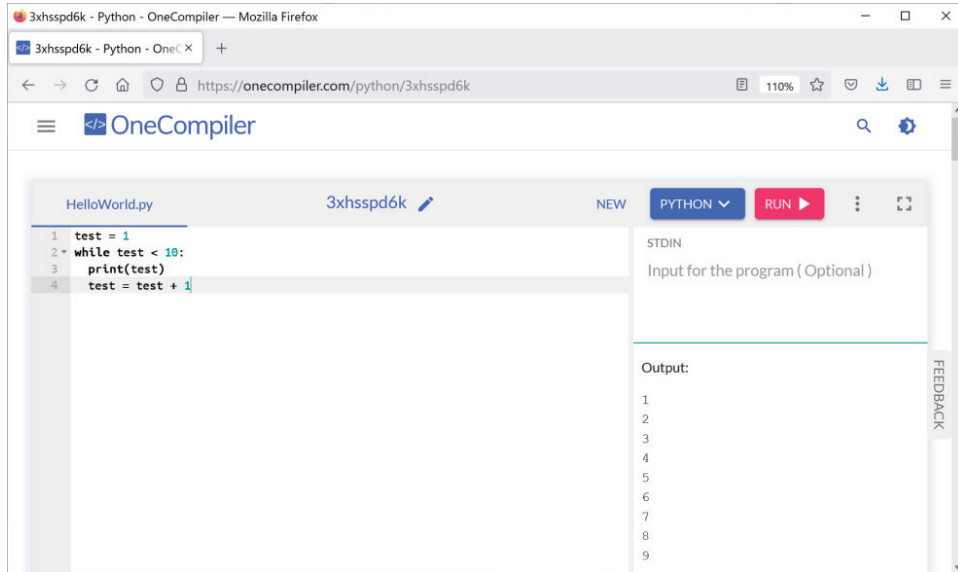


図 3 : OneCompiler による Python のコード入力と実行結果表示

x-editor および OneCompiler の利用はどちらもブラウザ上で行うため、生徒が使用するタブレットでも十分に利用可能である。よって、生徒一人での単独実習およびグループでの実習のどちらでも実施可能である。しかしながら、Scratch のグラフィカルな機能を一切利用しない上でのブロックの積み上げ作業となるので、変数の扱いを理解していなければ簡単な数値計算程度しか実習することができない。よって次項で述べる変数の取り扱いの学習を実施した後に、本学習を実施すべきであると考えられる。

(2) プログラム中の変数（データ）の取り扱いの明確化

汎用的なプログラム言語を利用する上で、情報を記録し、演算の要素となり、演算結果を記録するためには、変数の利用と理解が必須となり、プログラム言語の基本要素とも言える。中学校技術家庭科（技術分野）においても、プログラミング教育の中で変数の利用があったものの、変数について具体的に学習することはあまりない。教科書における変数の説明は少なく^{14,15,16}、生徒は変数の存在は認知していても、プログラム中でどのように取り扱い、演算などを行っているかまでは理解していないと考えられる。これはプログラミングを問題の発見や解決から考え始めるトップダウンアプローチとプログラム言語の基本要素から理解を深めるボトムアップアプローチの違いから発生するものと考えられる。高等学校情報科ではコンピュータ内部の構造や処理についての基本事項から学習することから、ボトムアップアプローチがさらに深化して実践されていることが考えられる。

プログラム中の変数の取り扱いを明確にするために次の3つのステップを段階的に学習することを提案する。

- A) プログラム中で情報を記録するもの（変数）の存在について
- B) プログラム中での変数の操作
- C) 変数を利用したプログラミング

A) の変数の存在については教科書による学習でも問題ないが B) へ進むにあたっての準備段階にあたることから、実在する物を使用して学習すると良い。例えば、複数の紙皿と多数の乾電池（多数準備できる物であれば何であっても構わない。マグネットでも良い）を準備し、変数の説明を行うとともに、紙皿 1 枚 1 枚に名前を書きこませることで、変数と変数名の存在を理解させる。変数に

数値を記録させる作業は、乾電池を記録させる数の本数を紙皿に置かせることで代入することを実現する。ここでデータ型などの教育は実施せず、高等学校での教育に任せることとする。複数の事項を一度に教えることによる理解の低下を防ぐこととする。

B) においては代入の操作からさらに内容を発展させる。具体的には2変数の数値の入れ替えを実施させる。2つの紙皿にのっている乾電池を入れ替える作業になるが、以下の条件を付ける。

- 生徒の左右両手を使用させずに片方の手だけで作業させる
- 紙皿に乾電池をのせる時、その直前までのっていた乾電池は破棄される

この条件によって、逐次処理を行うプログラムにおいては、2変数の数値の入れ替えるためには、もう一つ変数が必要になることがわかるとともに変数の取り扱いの基本を理解することにつながる。

C) においては中学校で利用してきたプログラミング環境を利用すべきである。Scratchを利用してることが多いことが考えられるため、Scratchの利用を想定して検討を進める。Scratchにおいては変数のブロックが存在し、変数の演算も実施することが可能である。そして、データ型の概念も明確でないため、かえって学習を進めやすいと考えられる。プログラミングにおいてはロボットなどの外部装置は一切使用せず、画面内だけで処理が完結することとし、ベースとなるプログラムは平易な内容かつ変数を一切使用せず、ブロック内のパラメータに数値を指定するだけのものとする。ゴール（問題解決）を設定して、ベースとなるプログラムに対して、変数をどのように導入すれば良いかを考えさせるとともに、プログラムの最適化も検討させる。

V 中学校におけるプログラミング教育実践の一例

中高接続を円滑に進めるために、前述のVI.2.(2)内のA), B), C), その後にVI.2.(1)を学習させると高等学校入学時に発生する阻害要因を緩和させ、中学校で修得した内容を高等学校で活かすことが可能となる。VI.2.(2)内のC) 以外については、前述の内容をそのまま授業に盛り込むことが可能だが、VI.2.(2)内のC) については具体的な内容が必要であり、最も肝心なことでもある。そこで、教育実践の一例として提案する。

小学校5年生の算数において、Scratchを利用した正多角形を描画するプログラミングの授業例¹⁷⁾があり、これをベースプログラムとして考える。図4にScratch上に作成した正n角形（正三角形、正方形、正五角形）を描くプログラムを示す。プログラムは、キーボードの3, 4, 5のいずれかのキーを押すと正n角形（三角形、四角形、五角形）を描く。描画領域の初期化や描画処理など、押すキーの違いによって異なる記述内容はブロック中のパラメータだけになるように構成されており、処理の内容自体は小学生でも理解可能な難易度といえる。なお、プログラムを実行し、描画途中で再度キーボードの3, 4, 5のいずれかのキーを押すと描画処理が同時並行実行状態となり、正しく描画されなくなる。これらの状態のプログラムの提供を実習の開始時点とする。

ゴール（問題解決）は、「キーボードの上方向キーを押すと数値が増加し、下方向キーを押すと数値が減少するとともに、この数値をnとして用いた正n角形を描き続け、スペースキーを押すと実行を終了させるプログラムを作成せよ。なおnの値は3以上360以下の範囲に必ずなるように、また描画途中で別の描画処理が同時並行実行状態にならなくせよ」とする。ベースプログラムからゴールに達するまでに、以下の小問題事項について変数を用いた処理によって解決させることを検討させる。

- 繰り返す回数は一定値で良いか
- ネコを動かす歩数（一辺の長さ）は一定値で良いか
- 待つ秒数は一定値で良いか（nが増加すると描画に時間がかかる）

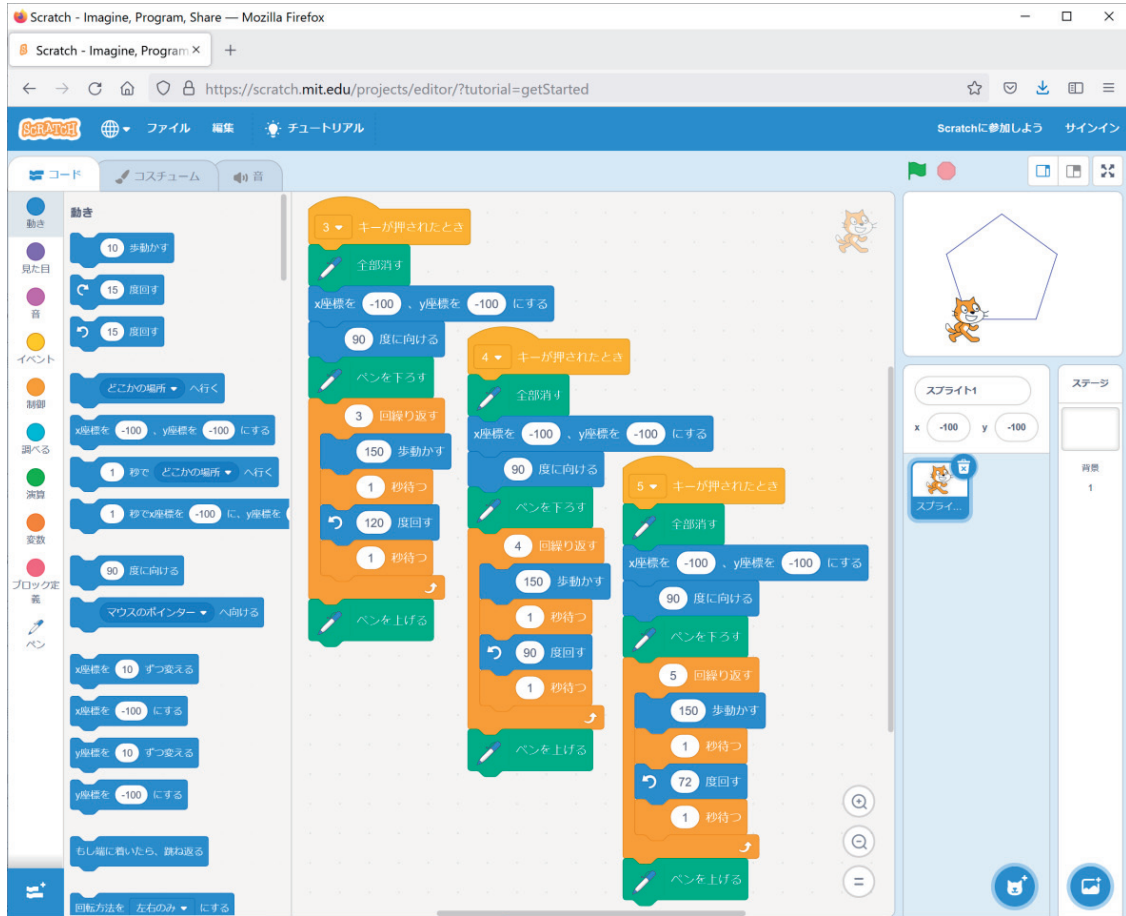


図 4 : Scratch を利用したベースとなるプログラムと実行例

- ネコを回転させる角度は一定値で良いか (nの変動に応じた法則性がある)
- nの値を描画に反映させるタイミングはいつか (描画途中に変動すると描画がおかしくなる)

ゴール (問題解決) に到達した変更プログラムと実行例を図 5 に示す。図 5 の中央にあるブロック群の右側の 3 群は上から順に、上矢印キーを押したときの処理、下矢印キーを押したときの処理、スペースキーを押したときの終了処理を表す。上矢印キーや下矢印キーを押した際には変数“number”の数値が 1 ずつ増減するとともに、上限値 (360) および下限値 (3) の範囲から外れなくする処理を追加している。ブロック群の左側 1 群はベースプログラムのブロック群を改変した描画処理である。描画を常時繰り返し実行することから、開始ボタン (緑色の旗) を押すとプログラムが実行開始となるように変更し、さらに一連の描画処理を「ずっと」続けるようにループブロックを付加している。変数“number”の初期値やベースプログラムにあった初期化処理を実装している。その後、描画する角の数を変数“corner”として定義し“number”の値を代入する。その後“corner”の値を使用して繰り返す回数を設定する、ネコが動く歩数、待機する秒数、回転させる角度を計算で求めることで描画処理を実装している。上矢印キーや下矢印キーを押した際に変動する“number”をそのまま描画処理の計算に使用せず“corner”に代入させ、“corner”を描画時の計算に用いることで、描画異常を防止している。図 6 は実行時の 2 変数の異なる値の表示であり、正常な描画を実行している最中の様子を表している。ネコが動く歩数および待機する秒数の計算は試行的に数値を設定することになる。これは、画面サイズや処理性能に応じた変動が発生するためであるが、これ以外の試行的な数値の設定は存在しない。

中高接続を意識したプログラミング教育の検討

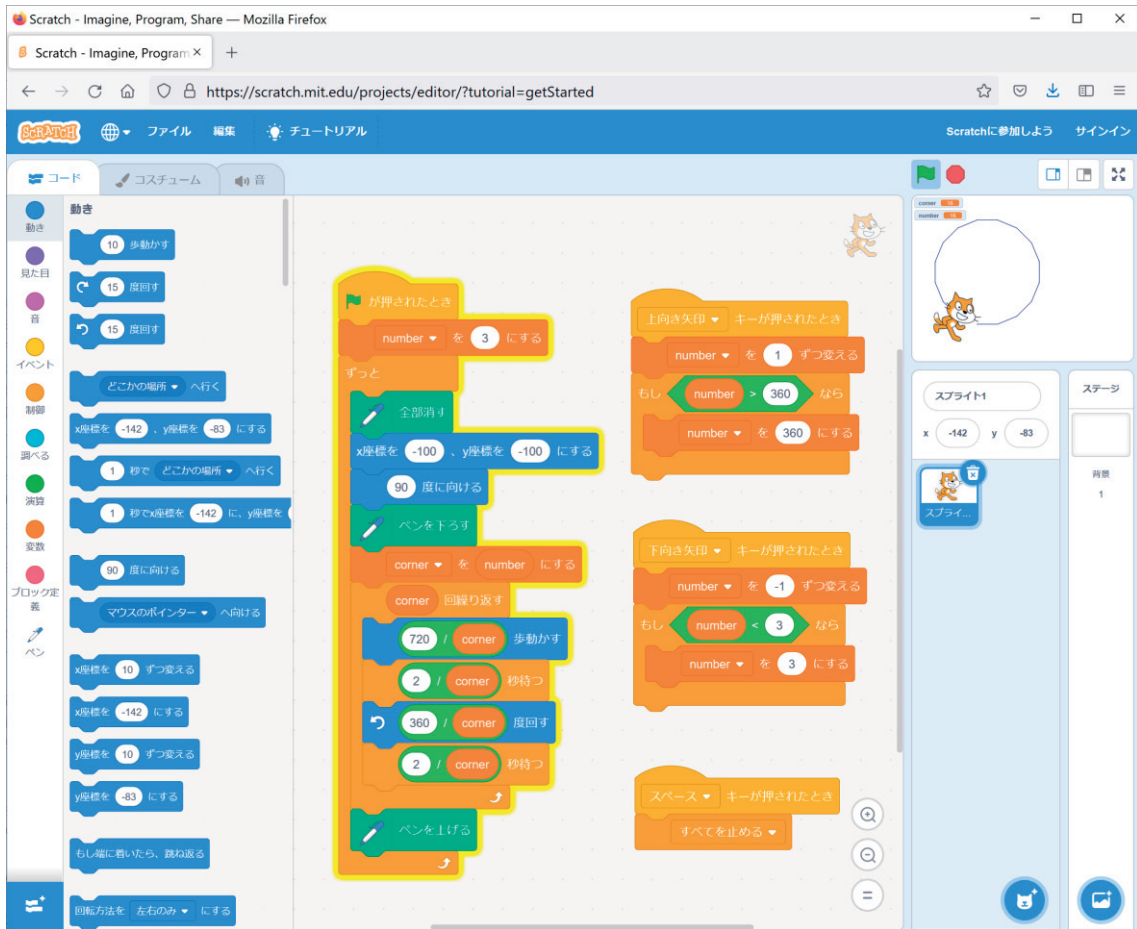


図 5：ゴールに達した変更プログラムと実行例

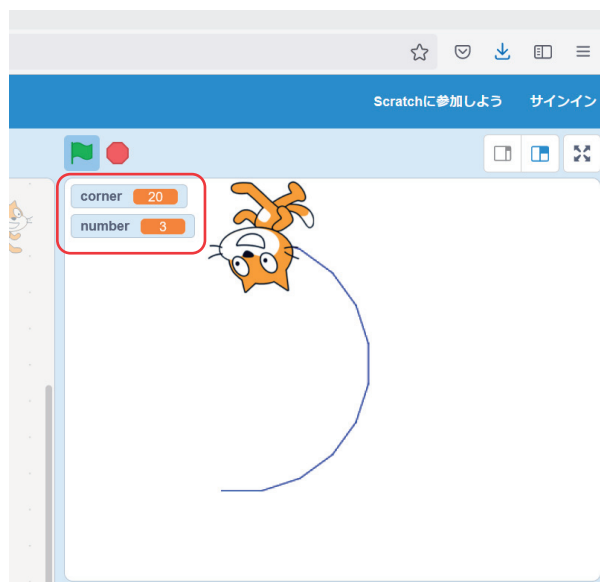


図 6：利用者が操作で変動させる変数“number”と角数を記録する変数“corner”の値の異なるの様子

変数の扱いを学ぶことで、Society5.0におけるデータ駆動についての学習を体感でき、新たな社会の根幹に対する理解を深められる教育内容になったと考えられる。教育実践の一例であるプログラムにおいて、人間の直接操作は常に結果に反映されず、反映させるタイミングをプログラムに機能として持たせたことがその理由である。人間の直接操作は、キーボードをセンサーとあてはめてフィジカル空間で発生していることであり、サイバー空間側であるプログラムが変動する数値をタイミングよく反映させている。すなわち人間の操作はデータ化されるが、全て結果につながるものではなく、従来の制御とは異なる挙動であると言える。その後、描画する様子がフィジカル空間側のモニタに表示される。プログラム中において、IoTやAIなど新技术を適用しているわけではないものの、データの流れを体感的に学習できるものとして考えることができる。

VI まとめ

本論文では、中学校及び高等学校の学習環境や学習内容を鑑みて、プログラミングにおける変数（データ）の取り扱いに着目し、中学校技術家庭科（技術分野）における学習において、プログラミングにおける変数の取り扱い法を学ぶことで、高等学校情報科での学習へ円滑に進むことができるようになることを検討するとともに、実践する内容を提案した。中高接続を円滑にするためには中学校と高等学校で変化する事項がいくつかあり、それを少しでも数を減らす、変化量を削減する必要があった。一度に変化する事項が多くなると接続性が悪化し、中学校で修得したことを高等学校で活かせなくなる。情報教育において、中高接続が難しいと捉えられてしまう要因は、高等学校へ進んだ際、提示したさほど大きくはない阻害要因が複数同時に発生することによる。中学校において、阻害要因を解消する教育を実施することで、プログラミング教育における中高接続が円滑になると考えられる。また、変数の扱いを学ぶことで、Society5.0におけるデータ駆動についての学習を体感でき、新たな社会の根幹に対する理解を深めることが可能となったと考えられる。教育実践の一例において、人間の直接操作は常に結果に反映されず、反映させるタイミングをプログラムに機能として持たせたことが理由として挙げられる。今後はプログラム中で変数を扱うというデータを重視し、Society5.0を意識したプログラミング教育の実践が増加していくことが考えられる。

参考文献

- 1) United Nations Development Programme, “Human Development Report 2015: Work for Human Development”, <http://hdr.undp.org/en/content/human-development-report-2015>
- 2) 内閣府, 「Society5.0」, https://www8.cao.go.jp/cstp/society5_0/
- 3) 文部科学省, 「中学校学習指導要領（平成29年告示）解説 技術・家庭編」, 2017
- 4) 実教出版, 「情報 令和4年度用教科書」(紹介用Webページ), https://www.jikkyo.co.jp/highschool_r04/jouhou/textbook/r04/
- 5) 東京書籍, 「令和4年度用高等学校教科書のご案内 新編情報Ⅰ」, <https://ten.tokyo-shoseki.co.jp/text/hs/joho/16650/>
- 6) 日本文教出版, 「令和4年度新版教科書「情報Ⅰ」」(紹介用Webページ), https://www.nichibun-g.co.jp/textbooks/joho/2022_joho01_1/textbook/
- 7) 数研出版, 「令和4年度用高校教科書のご案内 情報Ⅰ」, <https://www.chart.co.jp/kyokasho/22kou/joho/kou/>
- 8) 開隆堂出版, 「高等学校情報 教科書（令和4年度版）実践 情報Ⅰ」(紹介用Webページ), https://www.kairyudo.co.jp/contents/03_ko/joho/r4/index.htm

- 9) 第一学習社, 「令和4年度用教科書のご案内 情報I」,
<https://www.daiichi-g.co.jp/pr/tb/9>
- 10) 文部科学省, 「高等学校学習指導要領(平成30年告示)解説 情報編」, 2018
- 11) Scratch財団, 「Scratch」, <https://scratch.mit.edu/>
- 12) 株式会社TAGRE, 「x-editor」, <https://x-editor.app/> (要利用登録)
- 13) One Compiler Pvt. Ltd., 「OneCompiler」, <https://onecompiler.com/>
- 14) 東京書籍, 「新しい技術・家庭 技術分野」, 令和3年度教科書, 2021
- 15) 開隆堂出版, 「技術・家庭 技術分野 テクノロジーに希望をのせて」, 令和3年度教科書, 2021
- 16) 教育図書, 「New技術・家庭 技術分野 明日を創造する」, 令和3年度教科書, 2021
- 17) 文部科学省, 「Scratch正多角形をプログラムを使ってかく」,
https://www.mext.go.jp/component/a_menu/education/micro_detail/___icsFiles/afieldfile/2019/05/21/1417094_006.pdf